世界科学发展的若干趋势及启示

杜 鹏[1*] 王孜丹[1,2] 曹 芹[3]

1 中国科学院科技战略咨询研究院 北京 100190
2 中国科学院大学 北京 100049
3 中国生物技术发展中心 北京 100039

摘要 科学研究本身、科学建制及政策和研究文化，都处于发展变化之中。当前，日趋激烈的竞争和不断增加的期望正在推动大学、科研机构、资助机构和出版商的角色、职能及互动关系发生深远的变化。为此，文章在回顾科学与政府关系的演变的基础上，分析了当前科学组织化、学科融合、科学的开放性、科学的社会影响等变化，并获得相应的启示，以期为加快建设世界科技强国提供管窥之见。

关键词 科学研究，科学建制，学科融合，开放科学，伦理

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20200424001

科学的体制化和职业化，不但使科学走上了稳定、迅速发展的轨道，而且深刻改变了人类的生活空间。社会变迁——不论是向知识社会的转变，还是沿着全球化、信息化的方向不断前行——既是科学技术进步的结果，同时又深刻改变了知识生产的资源禀赋及知识消费的需求状况，形成了新的科学知识生产的利益格局，也改变了科学知识生产与科学知识应用之间，以及科学、技术与创新之间的关系。

科学研究本身、科学建制及政策和研究文化，都处于发展变化之中。日趋激烈的竞争和不断增加的期望正在推动大学、科研机构、资助机构和出版商的角色、职能及互动关系发生深远的变化。科学事业的目标并没有改变，但是围绕着我们追求这些目标的所有要素几乎都在改变[1]。为此，本文在回顾科学与政府关系的演变的基础上，分析了当前科学组织化、学科融合、科学的开放性、科学的社会影响等变化趋势及启示，希望能为加快建设世界科技强国提供管窥之见。

1 科学与政府的关系演变：从线性模型到国家创新体系

从科学与政府之间关系的历史演变来看，科学家对科学知识生产过程中学术自由内在价值观念的维护与政府对国家利益和公众利益的追求之间存在内在的张力[2]。科学与政府关系的演变既受到人们对科学知

*通讯作者
资助项目：中国科学院学部学科发展战略研究项目（XK2019HXC001），国家自然科学基金委员会应急管理项目（L1924031）
修改稿收到日期：2020年5月7日

识生产社会功能和政府职责的认识的影响，也与不同阶段科学知识生产的特点，以及不同历史时期社会对科学知识特定的实用性要求有关。

1.1 科学知识生产与应用的线性模型

在近代科学的发展初期，科学独立于政府之外，主要是科学爱好者依据个人兴趣而进行的一种业余活动。这种状态持续了相当长的一段时间，直到19世纪的大学制度改革。当时，德国创造性地提出了与教学相结合的科学研究制度，这一“科教融合”的新理念为科学的职业化进程提供了制度保障。此后，政府科研办公室和工业研发中心也相继出现，进一步丰富了科学体制的构成和内涵。这使得政府这只“无形的手”向科技管理的相关领域逐步延伸，并成为其中的重要角色。

在19世纪之后，法国、德国、美国等国家政府已经在不同程度上支持科学研究活动。但这种实践处于长期模糊状态，直到“线性模型”的提出。1945年7月，万尼瓦尔·布什[3]在报告《科学——没有止境的前沿》中，首次提出了“科学研究应遵循的线性模型”。这种创新的科研资助模式在当时的学界和政界都产生了较大影响力并获得了普遍认可。至此，这种模糊的探索局面才得到改观。

科学研究的线性模式认为，“基础研究是技术进步的先行者”“从事基础研究的科学家对他的研究领域能产生多少实际效用可能并没有多少兴趣，但如果因此就忽视基础研究的发展，那么体现在工业应用上的更大进步和前沿进展终将失去动力”。这也决定了“科学是政府应当关心的事情”。与此同时，基础科学研究是工业应用研发的知识来源和进步源泉。因此，科学共同体无须考虑应用目标，不必在意国家需求，其专注于基础研究的同时就能够自然而然地服务于国家利益；国家也可以在一端放心地资助基础科学研究而不做过多干预，却能够在另一端自然而然地收获实用性的成果，从科学发展中全面获益。这也构成了二战后政治与科学关系的主导性意识形态，可以视为一个隐喻式的科学的社会契约[4]，即政治共同体同意向科学共同体提供基础研究需要的资源并允诺科学共同体保留科学自治权，而政府不做内部干预的科研资助机制。反过来，政治共同体期待着这种决策机制能将学术研究转变为科技型经济发展，并产生相应的技术收益，尽管这种收益的具体形态尚不确切。

万尼瓦尔·布什的报告及线性模型的出现深刻地影响了美国乃至世界各国科学技术政策的制定和国家科技战略目标的方向，尤其是在对基础研究的支持方面。报告中提到的由政府设立国家科学基金来资助科学研究这一举措，有力地促进了基础研究的全面发展。“布什模式对科技政策及科学发展都产生了深远的影响，不单因为他为战后的美国制定了详细的科技发展蓝图，更是因为他和他的同事为和平年代的科学发展争取到了较少的政府干预和较多的资助支持，为科学与技术的共存提供了一种新的框架性思路”[5]。

1.2 国家创新系统中的科学—产业—政府之间关系

20世纪80年代以来，各国政府主动引导学术研究与产业发展需求相接轨，将基础研究与国家战略及产业发展密切结合起来。英国撒切尔政府推动中央集权的科技政策，通过国家科研经费的分配来引导英国科学家从事有商业价值的研究；美国里根政府通过《拜杜法案》，以联邦政府资金资助大学与国家实验室的研究，并授权民间企业共同开发生产，以及分享研究成果所带来的实质报酬。

1987年英国学者Freeman[6]运用国家创新体系这一概念来分析日本经济实绩；他在《技术政策与经济运行》中指出，在科技发展和经济腾飞的过程中，单凭市场经济的力量和自由竞争的推动是远远不够的，国家力量在推动本国科研创新和技术进步的历程中处于十分关键的地位。相应的，国家科技政策的导向在其中也起到了至关重要的作用。国家创新系统思想，在科技促进经济发展的全球性趋势下，深刻反映了人们对经济发展模式的反思与对自主创新能力的理解。

该思想被提出后立刻引发了诸多国家政府和国际组织的广泛关注。随后，经济合作与发展组织（OECD）对国家创新系统启动了历时数年的相关研究项目，认为管理创新系统需要一系列连贯而匹配的科技政策。这些政策以个体政策与总体目标之间的协调为特征，也以不同政策领域之间的统筹兼顾为特征。科技政策的统筹与协调不但涉及平衡同时期发挥作用的政策行为，需要评估不同目标的科技政策间可能产生的相互作用，还可能涉及创新政策的核心问题，如科学技术与科学教育[7]。因此，国家创新系统是一组独特的网络体系：它们或分别运行或共同作用，以多种方式推动新知识的产出和新技术的扩散，提供关于创新的政策框架和执行方案，是创造新知识、储存新技能和转移新技术的相互联结的创新系统。

国家创新系统的核心问题之一是科学（基础研究）、产业和政府3个制度领域的关系问题。在科学领域，国立科研机构和大学形成了功能不同的互相补充的体系。就国家层面而言，学术界、产业和政府这3个制度领域之间从相对独立逐渐发展到交织在一起发挥作用，进而在创新过程的各个不同阶段出现螺旋状的联系模式，形成了所谓的“三螺旋”。“三螺旋”强调了学术界、产业和政府3个制度领域之间的互动程度与合作关系，点明了这些群体的一致目标和共同利益——为其所处的社会创造价值。这种螺旋状模型的关键在于，公共与私立、科学研究和技术应用、大学和科技机构、科学探索和产业研发之间的边界正在流动且日益模糊。科研机构、大学院系和产业部门纷纷承担起以前并不属于自己而是由其他部门领衔的项目和任务；对于政府而言，在不同层次的科技政策中建构上述互动关系并处理由此产生的相关问题逐渐成为工作中的重要组成部分。

在国家创新系统中，伴随科学版图的扩张和体量的增加，支持科学进步所必需的基础条件与政府和社会能够提供的物质资源之间的矛盾日益加剧。因此，各国决策者和科技管理人员不得不充分权衡各学科领域发展态势、国家战略目标和经济社会需求，以及资源限制等诸多因素，筛选出科学发展的主攻方向和科技前沿的重点领域，并将有限的资源相对合理地分配到各个学科领域中。实际上，在涉及国家学科布局、学科建设等宏观决策层面，经济社会等外部因素比学科演进内在逻辑的影响要大得多，甚至往往是决定性的[8]。例如，20世纪80年代以来，美国政府逐渐开始了以刺激经济、产业和生产力为主要目标的科学资助方式，但新目标并没有放弃对基础研究的支持，只是支持的必要前提为研究必须为经济社会目标服务。

2 当前世界科学发展的若干变化趋势

21世纪以来，科技创新步入了一个十分活跃且空前密集的全球性阶段。新一轮的科技革命正以人工智能、生物技术、新能源技术、数据信息等为核心快速孕育发展，将深刻地改变世界的发展格局，极大地推动经济社会的进步。科学越来越成为重塑世界格局、创造人类未来的主导力量。在众多的因素推动下，科学发展呈现出一些与以往明显不同的变化趋势。

2.1 科学的组织化程度愈来愈强，科学被整合到不同层级的组织范畴之中

当今世界，科学的成本日渐提高，需要依赖更多的支持，科学组织形式也发生了翻天覆地的变化；重大科学成果往往是集体努力的结晶，科学家只有被纳入组织框架中才有较大可能成功。平均而言，从20世纪初到20世纪末，科研团队的规模几乎翻了两番，而且这种增长趋势持续至今。如今很多科学问题的研究，需要更多的技巧、昂贵的科研设备和庞大的研究团队，才能取得进展①。这对科学提出了组织化的要

① Patrick Collison, Michael Nielsen. 科学研究投入在增加，但收效却在减少？ [2018-11-22]. http://zhishifenzi.com/innovation/depthview/4643?category=depth.

求，而资源也就成为相关科学组织生存发展的最重要的基础。当前，衡量相关科学组织科研能力的科学引文索引（SCI）、基本科学指标数据库（ESI）、自然指数（NI）等相关指标及各项排名成为标定一个组织资源争取能力的标尺，这也使得科学家的科学目标和科学产出必须与组织的目标有机协调起来，才能实现共同发展。

进一步看，随着科学在国家战略中地位的日趋提升，科学的发展已经完全置于国家和经济社会的发展目标之下。各国政府纷纷强化科技创新战略并调整科学技术政策以应对日益激烈的科技竞争和全球对抗——增加科学研究的总体投入，关注重点领域的发展进程，并积极推动新兴前沿领域的形成，从而确保在以科技为动力的国际竞争中占据更有利的地位。在国家、相关科学组织的多重目标约束下，科学的组织化程度进一步加强。

科学建制在经历了空前的增长之后，当前已经进入相对稳定发展的阶段。科研人员面临相对过剩与过度竞争的状态，在基金申请、成果发表和固定职位获取等方面，面临激烈的竞争压力[9]，进而产生了一些制度化的冲突。例如，有些科研人员发表成果的目的转变为职业生涯需要而非科学研究本身的需要等。由此，高度组织化的科学建制类似于一般意义的职业组织，需要相应的外部控制来达到组织目标[10]。这些外部控制既可以表现在职业规范或技术规范层面，也可以通过联合设立边界组织或者直接调控进行。例如，美国国立卫生研究院（NIH）的研究诚信办公室、技术转移办公室等横跨在政治与科学边界之上的“边界组织”[4]，通过建立政治家与科学家有效对话的平台和共同管理，来确保科学诚信和产出率。

与此同时，科研将告别“个人英雄时代”[11]，个体科学家、业余科学家的发展空间日趋缩小。与历史上的“科学伟人”不同，当前科学领域的领军人物需要更多的领导能力和综合能力——只有率领团队，并获得巨大支持，才能成功作出重大科学成果。

2.2 重大使命任务引导新的学科融合，科学发展日益汇聚融通

面临人类社会发展宏大的挑战，如气候变化、人类健康、资源安全、实现可持续发展目标等，并不是单一学科的研究能解决的；通常需要横跨生物学、物理学等多种专业知识，还要汇聚自然科学、社会科学甚至人文科学的科研领域与研究成果，通过学科的融合与汇聚来寻求重大问题的解决方案。如今，以经济社会重大使命为导向的新型研发管理政策正在国际社会兴起。使命导向为科研管理工作提供了一种引导和推动科学研究与创新力量的新方式，其不仅可以通过科技创新来刺激经济活动和经济增长，还可以综合各方力量找到重大问题的创新性解决方案。

当前的学科融合是对传统意义上的交叉学科研究的新拓展，更多的是一种“愿景驱动”研究。它强调对多个学科领域的思想、方法和技术的高水平整合，强调对复杂情境下愿景和目标的共同认知，以及在学科交叉汇聚中形成的共同概念和话语体系。每一个学科领域就是汇聚研究的一个专业模块，各个专业模块又汇聚整合成一个更加宏大的有机整体。这个整体为新思想、新发现、新方法、新工具、新创造的产生提供了一种新的研究框架，充分发挥了专业模块的“乘数效应”和“溢出效应”[12]。如今，使命导向下的学科融合早已不是纸上谈兵，其作为一种新的学科发展实践模式，在许多国家机构和社会组织的科学研究计划中已有体现。特别是美国科学促进会（AAAS）将“科学跨越边界”（science transcending boundaries）作为其2019年年会的主题，强调主动跨越包括学科、部门、意识形态和传统等在内的诸多界限，汇聚人类共同体的思想与意识形态，以此来解决人类社会共同面临的重大挑战和关键问题[13]。在重大使命牵引下，国际社会通过国际协议、倡议和协商，促进相关领域的国际合作，有效推动了科学的汇聚融通。

2018 年，国际科学理事会与国际社会科学理事会合并为一个全新的国际科学理事会——一个代表自然科学和社会科学的全球性非政府组织。新组织将 40 个国际科学联盟和协会，以及 140 多个国家和地区的科学组织聚集在一起，推动科学作为全球公益事业，并充当全球“科学之声”的使命。对此，国际地理联合会主席 Yukio Himiyama 表示：“长期以来‘科学’一词的理解都被窄化了，人们认为科学仅指自然科学。二者合并的意义在于，今后这个词将会被赋予更加包容、宽泛的概念，科学的内涵除了自然科学还包含了社会科学和人文科学。国际科学理事会的成立不只是双方简单在技术和财务上的合并，而是具有前瞻意义，可以深入影响到各个方面的非常重大的结构性变革，最重要的是对全球可持续发展的重大挑战所做出的响应。其影响的范围不仅是科学和学术团体，还会进一步涉及全球、区域及地方的社会、教育和环境等。”②

2.3 “互联网+”正在改变科学交流生态，开放科学重塑科学的边界

网络时代的到来给每个人都带来了日新月异的变化，时时刻刻更新着我们的思维模式和生活方式。在网络环境下，科学交流——无论正式交流还是非正式交流，都在呈现新的形态与模式。开放获取（OA）作为一种新的文献出版模式，是学术界、出版界、图书情报界为了推动科研成果利用互联网自由传播而采取的行动，在 21 世纪初一经推出便得到学术界的广泛响应和强力推动。OA 一般采取作者或机构付费、读者免费的出版模式。在这种模式下，OA 论文的发表数量越多，出版机构的收入也就水涨船高。因而，近年来 OA 论文数量远远超过同期传统科技期刊所发表的论文，这也引发了学术界对 OA 期刊质量的担忧[14]。

与此同时，非正式交流也得到极大的改变。社交网络媒体提供了大量便捷、高效的非正式交流工具和技术。科学家可以在网络上直接发布自己的科研成果，并且与更大范围的同行和非同行进行交流，实现及时反馈和多次互动，使得非正式科学交流活动十分活跃。而新的科学交流形态引发了新的学术评价——替代计量学（altmetrics）的兴起。替代计量学关注的是科研成果生产、传播、反馈和改进的整个学术交流过程，为“互联网+”状态下科学交流过程中科研成果影响力评价提供了新视角。科学家也可以通过替代计量学的工具了解学术成果的在线交流传播情况，观察到自己学术成果所产生的更为广泛的社会影响。

开放是网络时代科研领域发生变革的重要特征之一，而开放科学的理念更加充分地说明了这一点。欧盟委员会在《开放创新，开放科学，开放世界》（*Open Innovation*, *Open Science*, *Open to the World*）中指出，开放科学是基于合作工作的科研的新途径和通过使用数字技术和新的合作工具传播知识的新方法。这种理念系统改变了过去科学研究的方式——从在学术出版物上发表科研成果转向在科研过程的早期就共享和使用所有可用的知识[15]。开放科学可以帮助科研人员迅速找到相同研究兴趣的伙伴，提供了更多合作交流机会，从而加快科研的进程。尽管在国家或机构层面及社会上都有很多开放科学成功的案例，但是目前多数部门、资助者和学术期刊仍然认为，数据从收集到出版都是私人或团队行为，相应结论和成果也应当属他们专有。即使科学家个人和机构领导人想要改变上述困境，也必须面对来自相关各方（坚持传统的评审人员、同事甚至竞争对手）的巨大压力[16]。

公众科学是日益发展的开放科学的一部分。对于数字化互联社会而言，公众科学具有特殊的意义，因为它通过探索公众参与科学研究，以及这些活动对社会造成的影响，使科学研究超出了专业科学家的范

② 中国地理学会. 国际科联和国际社科联合并成立新的国际科学理事会，将代表全球科学界发声. [2018-06-11]. http://gsc.org.cn/content.aspx?id=841.

围。目前，公众科学活动在学术界还没有得到更广泛的接受。尽管仍然是一个小众领域，但它正在日益壮大，并逐渐成为一个日益重要的社会机遇，同时也使公众有机会参与到与相关的事务中去[17]。

从传统上来说，科学由下至上地建构和延伸，每一个学科都自然而然地依据各自的学科路径独立发展。而数字经济的到来，成为重新启动开放科学乃至使学科发展逻辑发生变化的主要动力。不同专业研究人员及大量非科学人士的参与，在一定程度上模糊了学科之间乃至科学与社会之间的边界，并重塑科学的边界。“互联网+”改变科技界的进程正在进行中，我们也很难明确地看清楚其具体的方向和结果。但是这种更加提倡平等、自由、合作和共享的扁平化结构，或许正表达着人们关于科学未来的理想和追求。

2.4 新兴技术带来了重要的伦理问题，可信任性成为科学技术治理的重要内涵

新兴技术是建立在科学基础上的创新，具有创造一个新的产业或者改变某个传统产业的巨大潜力。正因为如此，新兴技术引起了政府和产业界的极大兴趣和热情。在丰厚资金的支持下，新兴技术可以在很短的时间内就从只有少数科学家研究的实验室技术，迅速发展为全球性的产业活动。其研发与应用的速度之快，影响程度与范围之广无可比拟。与此同时，新兴技术往往又成为现代社会风险的重要来源，引发了相关伦理、法律和社会问题。

新兴技术的飞速进步和巨大影响力决定了它的发展和应用将会涉及不同的利益主体，包括政府部门、工业企业、科学共同体，甚至普通的消费者等。基于不同的利益需求和风险偏好，各个主体对新兴技术的发展有着不同的价值判断和敏感程度，这就导致了各多元主体识别新兴技术风险的目标、模式和风险归因等都会存在差异，甚至有可能引起冲突。在这种情况下，每一个利益团体都希望能够通过风险感知与风险界定来保护自己，并规避利益风险。这种状况也势必会干扰不同主体对新兴技术的正确认知和客观判断，从而增加了新兴技术风险管理的难度。为了更好地应对新兴技术可能带来的潜在风险和复杂问题，我们需要转变传统观念，化管理为治理；整合新兴技术的多元利益相关者，通过有效的治理机制，以必要的伦理原则来约束不良科学技术的研究和应用，从而构建科学技术与社会之间、科学技术与伦理规范之间的良性互动关系[18]。

技术具有两面性已经成为当今社会的共识，而两面性内在于技术本身，是技术的内在结果。例如，某种技术对生态安全的影响问题，其安全风险是随着这种技术的出现而产生的，而不是因使用方式而导致的[19]。因而，两面性就将技术伦理问题置于了技术自身发展的框架之中。为此，很多机构和研究人员开始关注：如何建立起人类与新兴技术之间的信任关系，并通过一系列机制确保新兴技术在创新和使用中沿着人类预想的方向发展。

当前关于人工智能、大数据技术等相关技术的治理，鲜明地反映了这个新趋势。在个人隐私和数据保护方面，经由“设计的隐私”（privacy by design）这一理念在用户群体中获得了普遍的认可，这使得通过技术方法和设计流程来保护个人隐私成为数据保护机制中十分重要的环节。同样的理念也可以运用到人工智能领域来解决类似问题。例如，欧盟提出了“经由设计的伦理”（ethics by design）[20]。2019 年，腾讯研究院及旗下 AI Lab（人工智能实验室）共同发布《智能时代的技术伦理观——重塑数字社会的信任》报告。报告指出，虽然技术与数据本身没有道德与伦理的品质，但是开发技术与使用数据的人会通过自己的行为赋予其道德水准与伦理价值。基于数据的决策是人做出的且基于技术的软件是人开发的，他们筛选数据、设计软件并赋予其实际意义，通过科技手段影响甚至改变了人们的行为方式。因此，这些代码并非价值中立，其中暗含了太多人们当下乃至未来的思考

和决定。更进一步，现在大多数用户无法完全信任人工智能技术，一方面是因为信息不对称，人们对这些与我们密切相关的且不可或缺的技术缺少充分的认识和足够的了解；另一方面是因为人们缺乏对于技术发展的预见能力并且对相关企业不够信任，既无法预知人工智能的可能行为，也难以预料企业会拿自己的数据做什么。因此，我们亟待构建能够让社会公众充分信任的以人工智能为代表的新兴技术规则体制，让新兴技术尽早接受正确价值的规范与引导[21]。可以说，人工智能伦理成为人工智能研究与发展的根本组成部分，是纠偏和矫正科技行业的狭隘的技术向度和利益局限的重要保障。

3 相关启示

创新决胜未来，改革关乎国运。党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央站在党和国家事业发展战略与全局的高度，谋划推动科技体制改革，全面发力、多点突破、纵深发展。2018 年，习近平总书记在中国科学院第十九次院士大会、中国工程院第十四次院士大会上再次强调：“科技领域是最应该不断改革的领域。”在建设世界科技强国的宏伟目标下，科技领域应该怎样改革？这还需要在新的历史时期顺应科学发展的规律，顺应多元、融合、开放、协同、负责、包容的趋势，不断优化制度框架安排，加快推动科技创新治理体系和治理能力现代化。

（1）建立健全多元化的科技资源投入机制。加大国家对基础研究的投入力度，通过机制设计，发挥财政资金的杠杆作用，带动提升地方和企业的科技投入水平，发挥市场对创新资源配置的决定性作用，鼓励社会力量积极参与，形成多元化科技资源投入机制。

（2）建立丰富多样化的科研组织形式。继续深化科研院所分类改革和推进高等学校科研体制机制改革，尽快建立起符合科研创新规律、职能定位准确清晰的治理体系与组织结构。加快建设使命导向的国家战略科技力量，打造具备世界一流水平的国立科研机构及相关的研究平台。促进企业创新主体的地位不断增强，开展体制机制创新，探索建立网络化、平台化、生态化等不同类型的新型研发机构模式，不断丰富科研组织形式。

（3）打造开放、协同的创新网络。以资源、设施、数据开放共享为手段，引导跨部门、地域、行业的创新协同，促进科学交流合作和创新主体间合作，加强产业链、创新链、资金链的有机协同，促进产学研用紧密结合，构建多主体协同互动的开放高效创新网络。

（4）加强以学会为代表的科学共同体建设。从政策、制度等方面加强科学共同体的自主性，提升科学共同体的自我约束、自我管理、自我规范、自我发展能力，建立有利于创新的更严谨、更规范的科学文化。

（5）践行负责任研究与创新。推进创新主体遵守相关价值准则，通过各种制度、机制、监管和审查，将抽象的伦理原则和规范体系落实到科学技术发展的具体实践中，加强伦理教育，构建既与国际接轨又符合中国国情的科技伦理治理体系。

（6）提升多主体参与的科技治理能力。强化相关主体的责任意识，推进公共参与；提高公众对科学研究过程的理解，发展共同的知识基础；建立有效的协商机制，加强互动式学习；协调各参与方在科技活动中的利益和政策需求，提升创新体系的整体效能。

致谢 感谢任定成、李真真、李正风、刘兵、赵延东、张增一、徐飞、张培富、段伟文、潜伟、李侠、李建军、谭宗颖、郑念、尹传红、石云里、于建荣、李鹏飞、马新勇在开展专题研讨时提出的宝贵意见。

参考文献

1 Joseph T. Change is constant. BioScience, 2010, 60(11): 867.

2 杜鹏, 李凤. 是自上而下的管理还是科学共同体的自治——对我国科技评价问题的重新审视. 科学学研究, 2016, 34(5): 641-646, 667.

3 V 布什. 科学——没有止境的前沿. 范岱年, 译. 北京: 商务印书馆, 2004.

4 大卫 · 古斯顿. 在政治与科学之间: 确保科学研究的诚信与产出率. 龚旭, 译. 北京: 科学出版社, 2011.

5 D. E. 司托克斯. 基础研究与技术创新: 巴斯德象限. 周春彦, 谷春立, 译. 北京: 科学出版社, 1999.

6 Freeman C. Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan. London: Pinter, 1987.

7 李正风, 曾国屏. OECD国家创新系统研究及其意义——从理论走向政策. 科学学研究, 2004, 22(2): 206-211.

8 龚旭. 学科政策与科学政策——基于科学基金的思考. 中国科学基金, 2006, 20(3): 164-169.

9 Maher B, Anfres M S. Young scientists under pressure: What the data show. Nature, 2016, 538: 444-445.

10 杜鹏. 21世纪的中国学会与科学共同体的重构. 北京: 科学出版社, 2017: 140-143.

11 陈经. 科研告别个人英雄时代. 环球时报. 2018-01-06(07).

12 林成华, 徐瑞雪. 大科学时代的会聚研究——美国“大学主导”的重大挑战计划科研模式创新与启示. 教育发展研究, 2020, (1): 68-76.

13 樊春良. 跨越边界的科学——美国科学促进会（AAAS）2019年会的观察与思考. 科技中国, 2019, (5): 18-29.

14 Van Noorden R. Open access: The true cost of science publishing. Nature, 2013, 495: 426-429.

15 Directorate-general for research and innovation (European Commission). Open Innovation, Open Science, Open to the World. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016.

16 Cutcher-Gershenfeld J, Baker K S, Berente N, et al. Five ways consortia can catalyse open science. Nature, 2017, 543: 615-617.

17 Knack A, Elta S, Sarah P, et al. Open science: The citizen’s role in and contribution to research. [2020-04-30]. https://www.rand.org/pubs/conf_proceedings/CF375.html.

18 杜鹏. 治理新兴技术风险需整合利益相关者. 中国社会科学报, 2014-07-23(04).

19 李真真. 技术政策的伦理维度// 2010高技术发展报告. 北京: 科学出版社, 2010: 238-244.

20 曹建峰, 方龄曼. 欧盟人工智能伦理与治理的路径及启示. 人工智能, 2019, (4): 39-47.

21 腾讯科技. 腾讯发布人工智能伦理报告 倡导面向人工智能的新的技术伦理观. [2019-07-11]. https://tech.qq.com/a/20190711/004971.htm.

Some Trends and Enlightenment of World Science Development

DU Peng[1*] WANG Zidan[1,2] CAO Qin[3]

(1 Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3 China National Center for Biotechnology Development, Beijing 100039, China)

Abstract Scientific research itself, scientific organization system, policy and research culture are all developing and changing. Increasing competition and rising expectations are driving profound change in the roles, functions, and interactions of universities, research institutions, funding agencies, and publishers. On the basis of reviewing the evolution of the relationship between science and government, this study analyzes the changes of the current scientific organization, the integration of disciplines, the openness of science, and the social influence of science, and puts forward the corresponding enlightenment.

Keywords scientific research, scientific organizational system, integration of disciplines, open science, ethic



杜 鹏 中国科学院科技战略咨询研究院研究员。主要研究领域：科技政策、科学技术与社会、学科政策等。主持中国科学院、中国科学技术协会、国家自然科学基金委员会等单位的30多项重大课题，参与多项国家科技政策的起草、制定与评估工作。

E-mail: dupeng@casisd.cn

DU Peng Ph.D. in Management, Professor of Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS). His research focuses on science & technology policy, science & technology and society, discipline policy, etc. In recent years, he has mainly undertaken more than 30 major projects of the CAS, China Association for Science and Technology, National Natural Science Foundation of China, and so on. He has been involved in drafting, formulation and evaluation of a number of national science and technology policies.

E-mail: dupeng@casisd.cn

■责任编辑：文彦杰

* Corresponding author